

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11135514 A**

(43) Date of publication of application: **21 . 05 . 99**

(51) Int. Cl      **H01L 21/324**  
**C30B 33/02**  
**H01L 21/02**

(21) Application number: **09314465**

(22) Date of filing: **30 . 10 . 97**

(71) Applicant: **SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD**  
(72) Inventor: **KOBAYASHI NORIHIRO**  
**MIYANO TOSHIHIKO**  
**OKA TETSUSHI**

**(54) SILICON WAFER AND ITS HEAT TREATMENT  
METHOD**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a heat treatment method for a semiconductor wafer with good use of essential advantage of a rapid cooling device, such as good yield and small quantity of hydrogen under reducing atmosphere, in which oxide film withstanding strength (TZDB) and aging dielectric breakdown (TDDB) and the like are improved by reducing density of crystal

originated particle (COP), and the wafer is protected from split caused by slip dislocation.

**SOLUTION:** In a heat treatment method using a rapid heating or cooling device under reducing atmosphere, a silicon wafer is treated at temperatures from 150 to 1300°C for 1 to 60 sec under atmosphere of mixed gas of hydrogen of 10 to 80 vol.% and argon. In addition, the hydrogen is made 20 to 40 vol.% in the mixed gas.

**COPYRIGHT:** (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-135514

(43)公開日 平成11年(1999)5月21日

(51)Int.Cl.  
H 01 L 21/324  
C 30 B 33/02  
H 01 L 21/02

識別記号

F I  
H 01 L 21/324  
C 30 B 33/02  
H 01 L 21/02

X  
B

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平9-314465

(22)出願日

平成9年(1997)10月30日

(71)出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(72)発明者 小林 徳弘

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 宮野 寿彦

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 冈 哲史

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半導体株式会社半導体磯部研究所内

(74)代理人 弁理士 好宮 幹夫

(54)【発明の名称】シリコンウエーハの熱処理方法及びシリコンウエーハ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】シリコンウエーハをRTA装置を用いて、還元性雰囲気下で熱処理する方法に関し、特にウエーハ表面のCOP密度を低下させてTZDB、TDDDB等の電気特性を改善するとともに、スリップ転位の発生を抑制して、ウエーハの割れ等を防ぎ、急速加熱・急速冷却装置の本來的に有する、生産性の向上、水素ガスの少量化等の利点を生かそうとするものである。

【解決手段】急速加熱・急速冷却装置を用いてシリコンウエーハを還元性雰囲気下で熱処理する方法において、該シリコンウエーハを水素の割合を10~80容量%とした水素とアルゴンの混合ガス雰囲気下で、温度150~1300°Cで1~60秒間熱処理をする。また、前記水素とアルゴンの混合ガス中の水素の割合を20~40容量%とすることを特徴とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】急速加熱・急速冷却装置を用いてシリコンウェーハを還元性雰囲気下で熱処理する方法において、該シリコンウェーハを水素の割合を10～80容量%とした水素とアルゴンの混合ガス雰囲気下で、温度150～1300°Cで1～60秒間熱処理することを特徴とするシリコンウェーハの熱処理方法。

【請求項2】前記水素とアルゴンの混合ガス中の水素の割合が20～40容量%であることを特徴とする請求項1に記載したシリコンウェーハの熱処理方法。

【請求項3】請求項1または請求項2に記載の方法によって熱処理された、COP密度が0.16個/cm<sup>2</sup>以下でかつスリップ転位のないことを特徴とするシリコンウェーハ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はシリコンウェーハの熱処理方法に関し、特にシリコンウェーハ表面のCOP密度を低減させること、及びスリップ転位の発生を抑えることのできる熱処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】シリコンウェーハの酸化膜耐圧等の電気特性を改善するためには、デバイスが作製されるウェーハ表層部を無欠陥層とする必要がある。シリコンウェーハの表層部には結晶成長時に導入されるCOP (Crystal Originated Particle) と呼ばれる正八面体構造の結晶欠陥が存在し、このCOPが電気特性を劣化させる原因となっている。酸化膜耐圧を改善するためには、水素アーチ、すなわちシリコンウェーハを高温で水素ガス雰囲気下、数時間の熱処理を施すのが有効であることが数多く報告されている（例えば、特公平5-18254号公報、特開平6-295912号公報）。

【0003】また、この熱処理時間の短縮等の改善のため急速加熱・急速冷却装置 (Rapid Thermal Annealer、以下RTA装置と略称する) を用いた熱処理方法が提案されている。例えば特開平7-161707号公報に記載されているように、950～1200°Cの比較的低温の温度範囲内で1～60秒間といった短時間の熱処理で酸化膜耐圧を向上させる発明が提案されている。

【0004】ところが、前記特開平7-161707号公報の従来技術では、酸化膜耐圧に着目して熱処理条件を決めており、またその実施例でもBMD (Bulk Micro Defect) 密度については勘案されているものの、デバイスの電気特性に直接的に影響を及ぼすウェーハ表面のCOPについてはなんら検討されていない。

【0005】そして、本発明者らの実験によると、上記従来技術に開示されている熱処理方法では、酸化膜耐圧

はある程度改善されるものの、COPの改善効果は十分ではなく、したがって酸化膜耐圧以外の電気特性に対しては充分な改善効果が認められるものではなかった。すなわち、上記従来例の範囲である、例えばシリコンウェーハに1050°Cで30秒の水素熱処理を行っても、COPは減少せず、逆に水素によるシリコンのエッチング作用により、表面の粗さであるヘイズが悪化することもあった。また、1100°Cの熱処理をしても、上記同様COPの消滅に関しては充分ではなかった。つまり従来技術の熱処理条件では、COPの改善は十分なものとはならないことがわかった。

【0006】そこで、本発明者らは、先に特願平9-92952号において、シリコンウェーハをRTA装置を用いて、還元性雰囲気下で熱処理をする方法に関し、特にシリコンウェーハ表面のCOP密度を低下させることができる熱処理方法を提案した。

【0007】この方法は、シリコンウェーハを還元性雰囲気下1200°C～シリコンの融点以下の温度範囲で1～60秒間熱処理するというもので、この場合還元性雰囲気を100%水素、あるいは水素とアルゴンの混合雰囲気とし、熱処理時間を1～30秒とするのが好ましいとしている。

【0008】そして、この方法によれば、シリコンウェーハ表面のCOP密度は顕著に減少し、電気特性である酸化膜耐圧 (Time Zero Dielectric Breakdown: TZDB) 及び経時絶縁破壊特性 (Time Dependent Dielectric Breakdown: TDDB) も著しく改善されていることがわかった。しかも、たとえデバイス工程で表面にCOPが発生し易い酸化熱処理があったとしても、従来法に比較してCOPが発生しにくく、COPの発生を抑制する働きを有し、良好な電気特性を保つことができることが確認された。また、RTA装置を使用することにより、熱処理による酸素析出が起こらず、ウェーハの反りの発生等を抑制することも可能であることがわかった。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、本発明者らは、その後も水素アーチについて検討を重ねた結果、上記特開平7-161707号公報に記載されているような還元性雰囲気下の熱処理条件ではCOPの低減が充分でないばかりか、RTA装置に特有のウェーハ面内温度差が生じ、これに起因したスリップ転位の発生が起こり易くなることを確認した。

【0010】また、上記特願平9-92952号記載の還元性雰囲気下の熱処理条件でもCOPを著しく低減化させることに成功し、TZDB、TDDB等の電気特性を著しく改善することはできたが、スリップ転位は必ずしも発生しないとは限らないことが明らかになってきた。つまり、上記の熱処理方法ではCOPを減少させること

はできるが、場合によってはスリップ転位が発生してしまうことがある結果となった。スリップ転位が発生したシリコンウェーハは、デバイス工程の途中で割れたり、電気特性に悪影響を与えるので、スリップ転位のない熱処理方法を創出する必要がある。

【0011】そこで、本発明はこのような問題点に鑑みなされたもので、本発明の目的とするところは、シリコンウェーハをRTA装置を用いて、還元性雰囲気下で熱処理する方法に関し、特にシリコンウェーハ表面のCOP密度を低下させてTZDB、TDDB等の電気特性を改善するとともに、スリップ転位の発生を抑えて、ウェーハの割れ等を防止して、急速加熱・急速冷却装置の本来的に有する、生産性の向上、水素ガスの少量化等の利点を生かそうとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく本発明の請求項1に記載した発明は、急速加熱・急速冷却装置を用いてシリコンウェーハを還元性雰囲気下で熱処理する方法において、該シリコンウェーハを水素の割合を10～80容量%とした水素とアルゴンの混合ガス雰囲気下で、温度1150～1300°Cで1～60秒間熱処理をすることを特徴とするシリコンウェーハの熱処理方法である。ここで、急速加熱・急速冷却とは、前記温度範囲に設定された熱処理炉中にウェーハを直ちに投入し、前記熱処理時間の経過後、直ちに取り出す方法や、ウェーハを熱処理炉内の設定位置に設置した後、ランプ加熱器等で直ちに加熱処理する方法である。この直ちに投入し、取り出すというのは、従来より行われている一定時間での昇温、降温操作や熱処理炉内にウェーハを、ゆっくり投入し、取り出すいわゆるローディング、アンローディング操作を行わないということである。ただし、炉内の所定位置まで運ぶには、ある程度の時間を有するには当然であり、ウェーハを投入するための移動装置の能力に従い、数秒から数分間で行われる。

【0013】このように、シリコンウェーハを急速加熱・急速冷却装置を用いて還元性雰囲気下で熱処理する方法において、該シリコンウェーハを水素の割合を10～80容量%に不活性ガスで希釈した水素とアルゴンの混合ガス雰囲気下で、温度1150～1300°Cで1～60秒間熱処理をすれば、COPを著しく低減させることができると共に、スリップ転位がなく、たとえスリップ転位があったとしてもスリップ長さが短いので、ウェーハに割れ等の発生を起こすことのない、極低欠陥で結晶性の高いシリコンウェーハを得ることができる。

【0014】この場合、熱処理雰囲気の水素とアルゴンの混合ガス中の水素の割合を20～40容量%とすれば、特にスリップ転位の発生はほとんど起こらないので好ましい（請求項2）。

【0015】そして、上記請求項1または請求項2に記載した熱処理を加えたシリコンウェーハは、COP密度

が例えば0.16個/cm<sup>2</sup>以下となると共に、スリップ転位がないのでデバイス特性が向上し、歩留も向上する等極めて有用なウェーハとなる（請求項3）。

【0016】以下、本発明につきさらに詳細に説明する。本発明者らは、シリコンウェーハ表面に存在するCOPの密度を減少させると共に、スリップ転位の発生を確実に防止することができる熱処理条件につき、種々実験的に研究した結果、これには従来技術より水素ガス活性を若干弱めた水素とアルゴンの混合ガス雰囲気下で熱処理すれば、COPの低密度で、スリップ転位のないシリコンウェーハを得ることができることを知見し、諸条件を精査して本発明を完成させたものである。

【0017】先ず、シリコンウェーハの熱処理におけるスリップ転位の発生原因を調査した。熱処理装置にはRTA装置（急速加熱・急速冷却装置、AST社製SHS-2800型）を使用し、熱処理条件を確定するために下記のような実験を行った。使用したシリコンウェーハはショクランスキー法により製造されたシリコンインゴットを、一般的に行なわれている方法でスライスして鏡面加工された、直徑8インチ、結晶方位<100>のものを用いた。

【0018】これらのシリコンウェーハは、熱処理を加える前に予め表面のCOP密度を測定し、その表面に約300～600個/ウェーハ、平均約500個/ウェーハのCOPが存在している事を確認した。COPの測定は、一般に行なわれている方法である、パーティクルカウンター（LS-6000：日立電子エンジニアリング社製商品名）の700Vレンジで、0.12～0.20μmまでの値を測定した。

【0019】また、スリップ転位については、スリップ転位の発生も問題であるが、そのスリップ転位の長さもウェーハの割れ等に大きく影響するので、スリップ転位の有無と共に、長さを測定した。そして、スリップ転位の発生を抑え、また、たとえスリップ転位が発生したとしてもウェーハの物性に影響のない程度の長さにまで抑え込むことが必要であり、その条件を充分調査する必要がある。

【0020】上記の調査の結果、本発明で使用するようなRTA装置を用いると、ウェーハ面内に温度差が生じ易く、これに起因したスリップ転位の発生が起り易くなる。また、COPが消滅する水素100%雰囲気中の熱処理条件ではスリップ転位が発生し易い傾向があることがわかった。例えば、1200°Cで10秒の熱処理を行った場合、水素100%雰囲気中ではスリップ転位の発生率が高く、また発生したスリップ転位の長さも長い。従って、このプロセスは不安定であることがわかる。逆に、アルゴンガス100%とした場合のように、スリップ転位が発生しない条件ではCOPの消滅が充分でないと共に、ウェーハ表面に面粗れが生じることがわかつてき。

【0021】そこで、熱処理の雰囲気組成がスリップ転位の発生に大きく影響を及ぼしていると考えて、雰囲気組成について検討した。熱処理条件を1200°Cで30秒に固定し、種々の雰囲気中で熱処理を行った結果、ウェット（水蒸気）雰囲気、酸素ガス雰囲気、アルゴンガス雰囲気中ではスリップ転位の発生がないことがわかった。しかし、水素100%雰囲気ではウェーハ周辺部にスリップ転位が発生し、またそのスリップ転位の長さがウェーハの割れに影響するほど長いことがわかつた。

【0022】上記実験は、同じ熱処理シーケンス、同じガス流量で行ったもので、雰囲気組成以外は同じ条件で熱処理を行ったにも関わらず、水素100%雰囲気で熱処理したウェーハではスリップ転位が発生していた。そこで、この現象には水素ガスの活性が関与しており、活性を弱めればスリップ転位の発生を防止できるのではないかと推測し、水素ガスに対して、スリップ転位が発生しなかったガス、特に不活性で安全性が高く、取り扱い易いアルゴンガスを混合し、最適な条件を求めればCOPも低減し、スリップ転位のない、しかも面粗れも生じていないウェーハが得られるのではないかと考えて、次の実験を行った。

【0023】Arガスに対して水素ガス混合比を10～100容量%に変化させて混合した熱処理雰囲気下、1200°Cで10秒の熱処理を加えてCOP、ヘイズ及びスリップ転位を評価した。その結果を図2、図3及び図4に示す。

【0024】はじめにCOPの減少率を調査し、その結果を図2に示した。図で横軸は水素の混合比（濃度）であり、縦軸はCOPの減少率、つまり、熱処理後のCOPの数／熱処理前のCOPの数である。この結果、Arガスを混合しても水素ガスが10%以上存在する雰囲気、特に20%以上存在する雰囲気で熱処理すれば、COPが1/10（約50個）以下に消滅できることがわかった。さらに、水素濃度が高くなるに従ってCOPは減少し、極めて有効であることがわかった。また、COPの数は、より少ないほうが好ましいが、本発明のようにCOPを50個／8インチウェーハ以下、つまり0.16個/cm<sup>2</sup>以下にすることで、TZDB、TDDB等の電気特性も著しく改善された。

【0025】次にウェーハのヘイズを調査し、その結果を図3に示した。図で横軸は水素の混合比であり、縦軸はヘイズ（ピット数）である。この図から、水素ガス濃度が20%以上であればヘイズレベルは安定し、良好なレベルにあることがわかる。尚、ここでヘイズとは、表面粗さの1つであり、ウェーハ表面における数～数十nм程度の周期性を有するうねりである。主にレーザーを用いたパーティクルカウンタ（LS-6000：日立電子エレクトロニクス社製商品名）で、ウェーハ全面をレーザーでスキャンし、その乱反射強度を測定することによ

り、ウェーハ全面のヘイズレベルとして準定量的に評価される表面粗さである。

【0026】最後にスリップ転位の発生状況を確認し、その結果を図4に示した。図で横軸は水素の混合比であり、縦軸は発生したスリップ転位の長さである。この図からわかるように、スリップ転位は水素ガス濃度が0～40%までは全く観察されなかった。またスリップ転位が発生したとしても水素濃度80%程度まではスリップ長さ【ここでいうスリップ長さとは、発生したスリップ転位のトータル長さ（全ての長さを足し合せたもの）】が約50mm以下であり、実質上問題はない。スリップ転位は発生しないほうが望ましいが、発生したとしてもこの程度の長さであれば、ウェーハの割れは抑えられるので良好な結果といえる。ただし、水素濃度が40%を超えると、水素の割合が多くなるにつれてスリップ長さが長くなる明確な傾向が見られた。従って水素濃度が高濃度になるほどウェーハが割れ易くなるため、実質40%以下の水素雰囲気で熱処理をするのが好ましい。

【0027】熱処理温度については、充分なCOPの減少には、従来より確認されている950～1200°Cより高い温度、すなわち1200°C～シリコンの融点以下の温度範囲で水素アーチルをすることがより有効であることを先に確認済みであるが、本発明では還元性混合ガス雰囲気の影響を確認する意味で、雰囲気ガス組成を変えて1100～1300°Cの範囲で検討した。処理時間は1～60秒の範囲とし、還元性雰囲気は、水素25%、アルゴン75%の混合ガスとして実施した。

【0028】こうして熱処理を行った後のCOPの数（個／8インチウェーハ）と熱処理温度の関係を図1に示した。図1の結果からわかるように、1150°C以上の高温下で高温にする程、また熱処理時間を1秒以上、特には1秒を越えて長く処理する程COPが顕著に減少している。そして、スリップ転位はこの熱処理条件範囲内では全く見られなかった。また、ヘイズレベルも図3と同じレベルであった。

【0029】以上の実験、調査結果をまとめると、RTA装置を用い、シリコンウェーハを枚葉式で還元性雰囲気下に熱処理を行なうに際し、熱処理温度は1150～1300°Cの範囲で行ない、処理時間は1～60秒とし、還元性雰囲気を水素濃度を10～80容量%とした水素・アルゴン混合ガス雰囲気中で熱処理をすれば、COPの数は熱処理前の10%以下に減少し、ヘイズレベルの悪化がないと共に、スリップ転位は発生しないか、あるいは発生してもそのスリップ長さは50mm程度で実質上問題のないレベルにあるシリコンウェーハを作製することができる。さらに好ましくは20～40容量%の水素濃度を使用した場合、スリップ転位は全くなく、また、COPの数も熱処理前の10%以下に低減された極低欠陥で、表面粗さも良好なシリコンウェーハが得られる。

## 【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態につき説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。まず、本発明で用いられるシリコンウェーハの急速加熱・急速冷却装置としては、前記従来技術に示されている熱放射によるランプ加熱器のような装置を挙げることができる。また、市販されているものとして、例えばAST社製、SHS-2800のような装置を挙げることができ、これらは特別複雑なものではなく、高価なものでもない。

【0031】ここで、本発明で用いたシリコンウェーハのRTA装置の一例を示す。図5は、RTA装置の概略断面図である。図5の熱処理装置10は、例えば炭化珪素あるいは石英からなるベルジャ1を有し、このベルジャ1内でウェーハを熱処理するようになっている。加熱は、ベルジャ1を囲繞するように配置される加熱ヒータ2、2'によって行う。この加熱ヒータは上下方向で分割されており、それぞれ独立して供給される電力を制御できるようになっている。もちろん加熱方式は、これに限定されるものではなく、いわゆる輻射加熱、高周波加熱方式としてもよい。加熱ヒータ2、2'の外側には、熱を遮蔽するためのハウジング3が配置されている。

【0032】炉の下方には、水冷チャンバ4とベースプレート5が配置され、ベルジャ1内と、大気とを封鎖している。そしてウェーハ8はステージ7上に保持されるようになっており、ステージ7はモータ9によって上下動自在な支持軸6の上端に取りつけられている。水冷チャンバ4には横方向からウェーハを炉内に出し入れできるように、ゲートバルブによって開閉可能に構成される不図示のウェーハ挿入口が設けられている。また、ベースプレート5には、ガス流入口と排気口が設けられており、炉内ガス雰囲気を調整できるようになっている。

【0033】以上のような熱処理装置10によって、シリコンウェーハの急速加熱・急速冷却する熱処理は次のように行われる。まず、加熱ヒータ2、2'によってベルジャ1内を、例えば1150～1300°C間の所望温度に加熱し、その温度に保持する。分割された加熱ヒータそれぞれを独立して供給電力を制御すれば、ベルジャ1内を高さ方向に沿って温度分布をつけることができる。したがって、ウェーハの処理温度は、ステージ7の位置、すなわち支持軸6の炉内への挿入量によって決定することができる。

【0034】ベルジャ1内が所望温度で維持されたなら、熱処理装置10に隣接して配置される、不図示のウェーハハンドリング装置によってシリコンウェーハを水冷チャンバ4の挿入口から入れ、最下端位置で待機させたステージ7上に例えばSICポートを介してウェーハを乗せる。この時、水冷チャンバ4およびベースプレート5は水冷されているので、ウェーハはこの位置では高温化しない。

【0035】そして、ウェーハのステージ7上への載置が完了したなら、すぐにモータ9によって支持軸6を炉内に挿入することによって、ステージ7を1150～1300°C間の所望温度位置まで上昇させ、ステージ上のシリコンウェーハに高温熱処理を加える。この場合、水冷チャンバ4内のステージ下端位置から、所望温度位置までの移動には、例えば20秒程度しかからないので、シリコンウェーハは急速加熱されることになる。

【0036】そして、ステージ7を所望温度位置で、所定時間停止(1～60秒)させることによって、ウェーハに停止時間分の高温熱処理を加えることができる。所定時間が経過し高温熱処理が終了したなら、すぐにモータ9によって支持軸6を炉内から引き抜くことによって、ステージ7を下降させ水冷チャンバ4内の下端位置とする。この下降動作も、例えば20秒程度で行うことができる。ステージ7上のウェーハは、水冷チャンバ4およびベースプレート5が水冷されているので、急速に冷却される。最後に、ウェーハハンドリング装置によって、ウェーハを取り出すことによって、熱処理を完了する。さらに熱処理するウェーハがある場合には、熱処理装置10の温度を降温させていないので、次々にウェーハを投入し連続的に熱処理をすることができる。

【0037】  
【実施例】以下、本発明の実施例と比較例を挙げて具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例) CZ法で引き上げられた方位(100)、直徑8インチのシリコンウェーハを用い、本発明の熱処理方法を実施した。熱処理用RTA装置にはAST社製SHS-2800を用い、このウェーハを水素ガス25容量%、Arガス75容量%の混合ガス雰囲気で、120°Cで10秒の急速加熱・急速冷却熱処理を行った。熱処理前に予めウェーハのCOPのレベルを測定し、平均約500個/ウェーハであることを確認した。この熱処理を行った結果、COPは約25個程度まで減少していた。またスリップ転位の発生は認められなかった。

【0038】(比較例1) 雰囲気ガスを水素100%とした以外は実施例と同じ熱処理条件で熱処理した。その結果COPは10個/ウェーハ程度まで減少した。しかし、スリップ転位は処理を施した全てのウェーハに発生した。特に、2本の大きなスリップ転位が発生し、そのスリップ長さは約80mm(1本のスリップ長が約40mm)であり、デバイスを形成する面までスリップ転位が入っているものもあった。このような状態では大変割れ易いウェーハとなってしまう。

【0039】(比較例2) 雰囲気ガスをアルゴン100%とした以外は実施例と同じ熱処理条件で熱処理した。その結果、スリップ転位の発生は認められないものの、ヘイズである表面粗れをおこし、またCOPの低減も殆ど見られなかった。

【0040】尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0041】例えば、上記実施形態では図5に示したような熱処理装置を用いたが、本発明はこのような装置により行わなければならないものではなく、シリコンウエーハを急速加熱・急速冷却することができる熱処理装置で、1150°C以上に加熱することができるものであれば、原則としてどのようなものであっても用いることができる。また、本発明の熱処理方法は、同様な処理であるエビタキシャル成長の前処理に用いてもよい。さらに、上記実施形態においては、直径8インチのシリコンウエーハを熱処理する場合につき説明したが、本発明は原則としてウエーハ直径に拘らず適用できるものであり、例えば、直径10~16インチあるいはそれ以上のシリコンウエーハにも適用できる。

#### 【0042】

【発明の効果】以上詳述したように、シリコンウエーハを急速加熱・急速冷却装置を用いて、還元性雰囲気下、特に水素の割合を10~80容積%とした水素・アルゴン混合ガス雰囲気下で高温の熱処理をすることにより、スリップ転位を発生させることもなく、また、表面粗れを生ぜずに、ウエーハ表層部のCOPを著しく低減することができる。その結果TZDB、TDDB等の電気特性、結晶性に優れたウエーハを得ることができる。すなわち、たとえシリコン単結晶の成長中あるいはその後の熱処理によって、ウエーハにCOPが導入されても、本発明の熱処理を施すことによって、COPを消滅させることができる。また、この熱処理でスリップ転位が発生したとしてもスリップ長さが短いのでウエーハの割れに影響を及ぼすものではない。

#### 【0043】

また、ウエーハ表面に欠陥が少ないとことか\*

\*ら、このように熱処理されたシリコンウエーハはパーティクルモニターとして用いることも可能である。さらに、従来のイントリンシック・ゲッタリング熱処理のように、バッチ式の熱処理に比べ、枚葉式の急速加熱・急速冷却装置を用いることにより、熱処理による酸素析出が起らざる、ウエーハの反り、スリップ転位の発生等の問題も解決することができるとともに、短時間で処理できるため量産効果もある。さらに、使用水素ガス量を低減できるため、安全性も向上する。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】急速加熱・急速冷却装置による水素・アルゴン混合ガス雰囲気下における熱処理温度及び処理時間と熱処理後のCOPの数との関係を示した図である。

【図2】急速加熱・急速冷却装置による水素・アルゴン混合ガス雰囲気下における水素濃度と熱処理前後のCOPの数との関係を示した図である。

【図3】水素・アルゴン混合ガス中水素濃度と熱処理前後のヘイズレベルとの関係を示した図である。

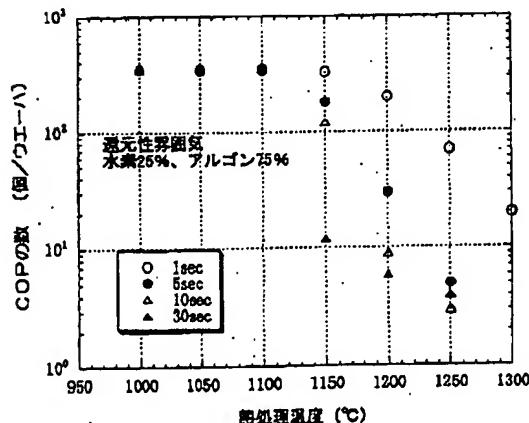
【図4】水素・アルゴン混合ガス中水素濃度と熱処理前後のスリップ転位との関係を示した図である。

【図5】シリコンウエーハを急速加熱・急速冷却できる装置の一例を示した概略断面図である。

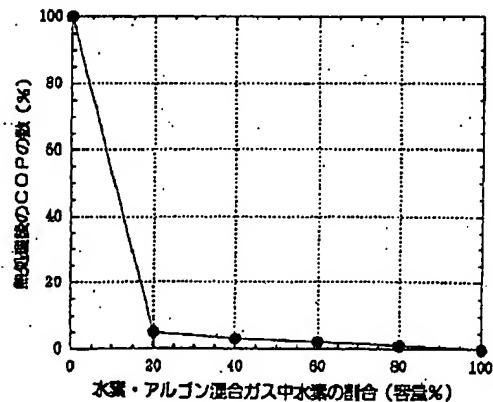
#### 【符号の説明】

- 1…ベルジャ、
- 2, 2'…加熱ヒータ、
- 3…ハウジング、
- 4…水冷チャンバ、
- 5…ベースプレート、
- 6…支持軸、
- 7…ステージ、
- 8…シリコンウエーハ、
- 9…モータ、
- 10…熱処理装置。

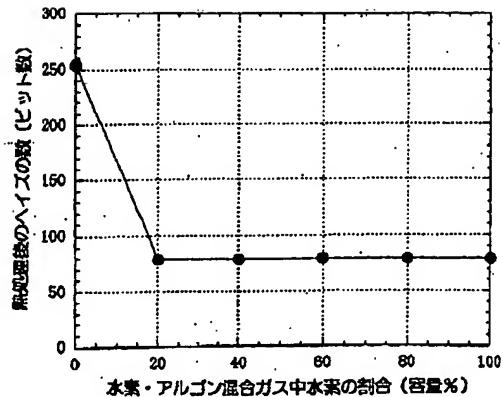
【図1】



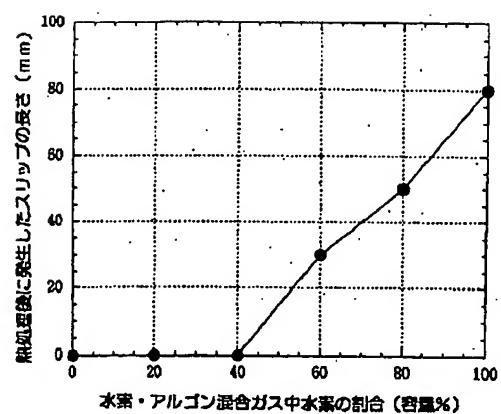
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

